

บทที่ 9 การกลายพันธุ์ (Mutation)

1. การกลายพันธุ์ (Mutation)

การกลายพันธุ์ (Mutation) เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสารพันธุกรรม (genetic materials) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้เป็นผลให้ลักษณะของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงไปและสามารถถ่ายทอดลักษณะดังกล่าวไปสู่ลูกหลานได้ การกลายพันธุ์แบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือการกลายพันธุ์ระดับ gene (gene or point mutation) และการกลายพันธุ์ระดับ chromosome (chromosome mutation) การกลายพันธุ์ระดับ gene นั้นเกิดขึ้นในระดับโมเลกุลของ DNA ซึ่งไม่สามารถตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนได้ การกลายพันธุ์ระดับ chromosome นั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงส่วนของ chromosome ซึ่งทำให้มีการเพิ่ม การขาด การสลับ และการต่อสลับของส่วนของ chromosome อันเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตำแหน่งของ gene ซึ่งเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า chromosome aberration การกลายพันธุ์ระดับ chromosome นี้ นักพันธุศาสตร์บางท่านถือว่าการเพิ่มหรือลดจำนวน chromosome (polyploidy) เป็นการกลายพันธุ์อีกแบบหนึ่งด้วย

ในสมัยก่อน นักปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ได้บันทึกการเปลี่ยนแปลงลักษณะของพืชและสัตว์ไว้มากมาย โดยให้ชื่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวว่า "sports" แต่ในปัจจุบันนี้ศัพท์ที่ยอมรับกันทั่วไปคือ "mutation" ในปลายศตวรรษที่ 18 Seth Wright ชาวนาเมือง New England พบแกะตัวผู้ที่มีขาอและสั้น จึงคัดเอามาเลี้ยงและผสมพันธุ์เป็นพันธุ์ใหม่ อันเป็นต้นตระกูลของแกะพันธุ์ Ancon ที่มีขาสั้น ไม่สามารถกระโดดข้ามรั้วหินระดับธรรมดาได้ ต่อมาประมาณ 50 ปี ก็พบแกะขาสั้นลักษณะเดียวกันในประเทศ Norway และถูกนำไปผสมพันธุ์เป็นพันธุ์ใหม่เช่นกัน ในมนุษย์เราก็มีการกลายพันธุ์ของลักษณะหลายลักษณะเช่นกัน ในพืชนั้นการกลายพันธุ์พบมากมาย การกลายพันธุ์อาจเกิดที่เมล็ด หรือที่กิ่งก้าน (bud sports) พันธุ์พืชผัก ผลไม้ ไม้ดอกหลายชนิดที่มีในปัจจุบันเป็นผลเนื่องมาจากการกลายพันธุ์เป็นส่วนใหญ่ ค.ศ.1901 Hugo De Vries ได้ตั้งทฤษฎีการกลายพันธุ์ (mutation theory) โดยกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะอย่างเฉียบพลันและลักษณะดังกล่าวนี้สามารถถ่ายทอดได้ อย่างไรก็ตาม การกลายพันธุ์ที่ De Vries พบในพืช *Oenothera* นั้น ส่วนใหญ่มีสาเหตุเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับ chromosome ไม่มีตัวอย่างใดที่เกิดการกลายพันธุ์ในระดับ gene เลย ต่อมาในปี ค.ศ.1909 T.H.Morgan พบแมลงหวี่ตาสีขาวปนอยู่ในพวกตาสีแดง และพบว่าลักษณะตาสีขาวมี recessive gene ควบคุมอยู่ สามารถถ่ายทอดผ่าน chromosome เพศได้ เป็นการกลายพันธุ์ระดับ gene ในปัจจุบันนี้พบว่ามิวจลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมแก่การศึกษาการกลายพันธุ์มาก เพราะเป็น haploid มี chromosome จำนวนน้อย ขยายจำนวนง่ายในระยะเวลาสั้น และประการสำคัญคือมี gene จำนวนน้อยเมื่อเทียบกับสิ่งมีชีวิตชั้นสูง และประการสุดท้าย ขั้นตอนการสังเคราะห์สารต่างๆ ไม่ซับซ้อนมากนักเมื่อเทียบกับสิ่งมีชีวิตชั้นสูงอื่นๆ

2. สาเหตุของการกลายพันธุ์ในธรรมชาติ

ตามธรรมชาติแล้วการกลายพันธุ์อาจมาจากสาเหตุที่ gene ลอกแบบออกมาไม่เหมือน gene เดิม สาเหตุที่แท้จริงไม่มีใครทราบ แต่ทราบว่าจะสามารถเพิ่มอัตราการกลายพันธุ์ได้ในพืชและสัตว์โดยการใช้รังสีบางชนิด แสง ultraviolet และสารเคมีบางชนิด ในธรรมชาติมีรังสีอยู่ในบรรยากาศในปริมาณหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ แต่รังสี ultraviolet ไม่สามารถจะผ่านผิวหนังของมนุษย์หรือสัตว์ได้ จึงไม่ถือว่าเป็นสาเหตุของการกลายพันธุ์ ส่วนสารเคมีบางชนิดที่เหนียวทำให้เกิดการกลายพันธุ์ก็ไม่ค่อยพบในร่างกายของสิ่งมีชีวิต อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบปริมาณรังสีในบรรยากาศกับปริมาณรังสีที่ทดลองกับสัตว์ชนิดต่างๆ ดูแล้วปรากฏว่ารังสีในบรรยากาศมีปริมาณน้อยมาก อาจมีผลเพียงเล็กน้อยในการกลายพันธุ์ตามธรรมชาติ ตัวการใดที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ตามธรรมชาติในปัจจุบันนี้ยังไม่มีใครทราบ

3. การชักนำให้กลายพันธุ์

ค.ศ.1927 H.J.Muller ได้แสดงให้เห็นว่าอัตราการกลายพันธุ์จะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยการนำแมลงหวี่มาฉายรังสี X การชักนำโดยรังสี X ทำให้เกิดการกลายพันธุ์เหมือนกับที่เกิดในธรรมชาติ แต่อัตราเพิ่มขึ้นมากกว่า 150 เท่า การทดลองนี้นับเป็นครั้งแรกที่แสดงให้เห็นว่าปัจจัยภายนอกสามารถทำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ นอกจากนั้น Muller และ E.Altenburg ยังพบว่ารังสี X ทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนสลับระหว่าง chromosome เพิ่มขึ้นด้วย จากผลดังกล่าวเขาได้เสนอว่ารังสีมีผลในการทำลาย ดังนั้นการกลายพันธุ์อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการสูญเสียบางส่วนของ chromosome ไป เป็นผลให้ gene ที่อยู่บน chromosome ส่วนนั้นหายไปด้วย ดังนั้น ผลการเปลี่ยนแปลงทางด้านสัณฐานในส่วนใดส่วนหนึ่งของ chromosome จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการกลายพันธุ์ ต่อมี ปี ค.ศ.1928 L.J.Stadler พบว่ารังสี X ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ในข้าว barley ได้ จากการค้นพบดังกล่าวเกี่ยวกับผลของรังสี X ทำให้พบการกลายพันธุ์ของลักษณะต่างๆ ในสิ่งมีชีวิตหลายชนิด ลักษณะต่างๆ ที่เกิดจากการกลายพันธุ์ดังกล่าวนี้เป็นประโยชน์ในด้านการศึกษากลับการถ่ายทอดลักษณะของสารพันธุกรรมเป็นอย่างมาก เพราะสามารถที่จะศึกษาพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตจากชั่วรุ่นหนึ่งไปสู่อีกชั่วรุ่นหนึ่งได้ นอกจากนั้น การค้นพบดังกล่าวได้เปิดหนทางนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการกลายพันธุ์กับ gene และกระบวนการเกิดการกลายพันธุ์ด้วย

การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์อาจทำได้หลายวิธี และมีตัวการหลายชนิดที่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ ตัวการดังกล่าวนี้เรียกว่า mutagen ซึ่งแบ่งออกเป็นสองพวกใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ

1. รังสี
2. สารเคมี

3.1 การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสี

รังสีแบ่งออกเป็นสองพวกใหญ่ๆ คือ พวกที่ผลิต ion เมื่อกระทบกับเป้า เรียกว่า ionizing radiation รังสีพวกนี้มีแรงแทรกซึมสูงมาก เมื่อ gene หรือโมเลกุลของ DNA ได้รับความเสียหายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ซึ่งเป็นผลให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ รังสีประเภทที่ผลิต ion ได้แก่ รังสี X , รังสี gamma , รังสี alpha , รังสี beta , รังสี proton และ รังสี neutron รังสีอีกพวกหนึ่ง คือ รังสี ultraviolet ซึ่งเป็นแสงประเภทเดียวกันกับแสงที่เรามองเห็น แต่รังสี ultraviolet เป็นรังสีที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น มีความยาวคลื่นสั้นมาก และไม่สามารถผลิต ion ได้จึงเรียกว่า nonionizing radiation การกลายพันธุ์เนื่องจากรังสี ultraviolet นั้นมาจากสาเหตุที่ DNA ดูดซับพลังงานจากรังสี ultraviolet ไว้ ทำให้โมเลกุลของ DNA เปลี่ยนไปอยู่ในสภาวะที่สามารถเกิดปฏิกิริยาทางเคมีได้สูง จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของโมเลกุลได้ เนื่องจากรังสี ultraviolet มีแรงแทรกซึมต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับพวก ionizing radiation การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์จึงกระทำกันกับพวก bacteria รา และละอองเกสรของพืช

3.2 การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้สารเคมี

ในปัจจุบันพบว่าสารเคมีหลายชนิดที่สามารถชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ในสิ่งมีชีวิตหลายชนิด แต่กลวิธีที่แน่นอนในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยสารเคมียังไม่กระจ่าง จากการศึกษากับพวกจุลินทรีย์พบว่าสารเคมีบางชนิดทำปฏิกิริยากับ DNA โดยตรง เช่น กรด nitrous , nitrogen mustard นอกจากนี้มี base พวกที่มีโครงสร้างคล้ายกับ base ของ DNA ซึ่งเรียกว่า base analogues เช่น 5-bromouracil และ 2-aminopurine ก็สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้โดยขณะที่เกิดการจำลองแบบ DNA เส้นใหม่ base เหล่านี้จะเข้าไปแทนที่ base ของ DNA ทำให้เกิดผิดปกติในองค์ประกอบของ DNA

สารเคมีอื่นๆ อีกหลายชนิดทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติและที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น อาจจะทำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้เช่นกัน ตัวอย่าง caffeine ซึ่งเป็นสารที่มีอยู่ในกาแฟ ชา และเครื่องดื่มอีกหลายชนิด อาจก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ใน bacteria แต่จะชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหรือไม่นั้นยังเป็นที่สงสัย

4. ประโยชน์ของการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์

ลักษณะใหม่ๆ ที่เกิดจากการกลายพันธุ์บางลักษณะก็เป็นประโยชน์แก่มนุษย์ ดังเช่นแกะ ขาสั้น ผลไม้ที่มีรสชาติดีหลายชนิด แต่บางลักษณะก็ไม่เป็นที่พึงประสงค์ของมนุษย์ อย่างไรก็ตาม นักปรับปรุงพันธุ์ก็ยังคงมีความหวังที่จะได้ลักษณะที่ต้องการจากการกลายพันธุ์ที่เกิดตามธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้รังสี สารเคมี ชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืชและสัตว์ เพื่อประโยชน์ในด้านการปรับปรุงพันธุ์ วิทยาการสาขานี้เรียกว่า mutation breeding ในปัจจุบันมีพืชพรรณหลายชนิดที่เกิดจากการชักนำให้กลายพันธุ์ เช่น H.Stubbe นักผสมพันธุ์พืชชาว German ได้รายงานถึงการปรับปรุงพันธุ์โดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในข้าว barley , ข้าวสาลี , ข้าว oat , ถั่วเหลือง , มะเขือเทศ และผลไม้อีกหลายชนิด ข้าว barley พันธุ์หนึ่งที่ได้จากวิธีการดังกล่าวมีคุณลักษณะดีหลายประการ เช่น ผลผลิตเพิ่มขึ้น ฟางแข็ง มี protein สูง และต้านทานโรคเขม่าดำ นอกจากนี้เมล็ดยังไม่เปลี่ยนแปลงอีกด้วย

การใช้ประโยชน์ของการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ นอกจากจะปฏิบัติในพืชและสัตว์แล้วยังกระทำในพวกจุลินทรีย์ด้วย ตัวอย่าง การผลิตสาร penicillin โดยใช้เชื้อรา penicillium จากเชื้อราที่พบในธรรมชาตินั้นสามารถผลิตสาร penicillin ในปริมาณต่ำมาก นักวิทยาศาสตร์จึงนำ spore ของรานี้จำนวนล้านๆ spore มาอาบรังสี แล้วนำไปเลี้ยงและคัดเลือกเอาสายพันธุ์ที่สามารถผลิตสารปฏิชีวนะในปริมาณสูงออกมาได้ นอกจากนี้ในอุตสาหกรรมการผลิต alcohol และการหมักดองอื่นๆ ก็มีการค้นคว้าด้านนี้มาก

ในประเทศไทยได้มีการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยการอาบรังสีเช่นกัน ข้าว กข.6 ได้มาจากการนำข้าวพันธุ์หอมมะลิ 105 มาอาบรังสี และคัดเลือกในชั่วรุ่นต่อๆ มา ปรากฏว่าข้าว กข.6 มีผลผลิตสูง ต้านทานโรคใบไหม้ และมีลักษณะดีอื่นๆ ที่นอกเหนือไปจากข้าวหอมมะลิ 105 พันธุ์เดิม

*